

REC'D 15 AUG 2003

WIPO PCT

PCT/JP 03/08363

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

01.07.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年 7月12日

出願番号  
Application Number: 特願2002-204104  
[ST. 10/C]: [JP 2002-204104]

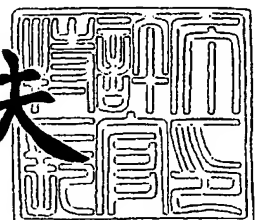
出願人  
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 8月 1日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 TY1-5282

【提出日】 平成14年 7月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02M 7/5387  
B60L 11/14

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 日下 康

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075258

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 研二

【電話番号】 0422-21-2340

【選任した代理人】

【識別番号】 100096976

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 純

【電話番号】 0422-21-2340

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多相モータ駆動用インバータシステムおよびその制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 高電圧電源と、この高電圧電源が入力側に接続され、出力側に交流モータが接続されるインバータと、前記交流モータの中性点接続された低電圧電源と、を含み、インバータの駆動を制御することによって、交流モータの駆動および前記高電圧電源と低電圧電源との間における電力の移動を制御する多相モータ駆動用インバータシステムにおいて、

前記インバータのスイッチングは、正弦波の電圧指令と、キャリアの比較からゲート信号を得て、このゲート信号に基づいてインバータのスイッチング素子のオンオフを制御することによって行い、前記正弦波の電圧指令をキャリア振幅から所定以内のものに限定することを特徴とする多相モータ駆動用インバータシステム。

【請求項2】 高電圧電源と、この高電圧電源が入力側に接続され、出力側に交流モータが接続されるインバータと、前記交流モータの中性点接続された低電圧電源と、を含み、インバータの駆動を制御することによって、交流モータの駆動および前記高電圧電源と低電圧電源との間における電力の移動を制御する多相モータ駆動用インバータシステムにおいて、

前記交流モータの駆動制御には、少なくとも停止モードおよび発電モードがあり、これらモードの過渡状態においては中性点電圧指令にフィードフォワード要素を含めることを特徴とする多相モータ駆動用インバータシステム。

【請求項3】 高電圧電源と、この高電圧電源が入力側に接続され、出力側に交流モータが接続されるインバータと、前記交流モータの中性点接続された低電圧電源と、を含み、インバータの駆動を制御することによって、交流モータの駆動および前記高電圧電源と低電圧電源との間における電力の移動を制御する多相モータ駆動用インバータシステムの制御方法において、

前記インバータのスイッチングは、正弦波の電圧指令と、キャリアの比較からゲート信号を得て、このゲート信号に基づいてインバータのスイッチング素子のオンオフを制御することによって行い、前記正弦波の電圧指令をキャリア振幅か

ら所定以内のものに限定することを特徴とする多相モータ駆動用インバータシステムの制御方法。

【請求項 4】 高電圧電源と、この高電圧電源が入力側に接続され、出力側に交流モータが接続されるインバータと、前記交流モータの中性点接続された低電圧電源と、を含み、インバータの駆動を制御することによって、交流モータの駆動および前記高電圧電源と低電圧電源との間における電力の移動を制御する多相モータ駆動用インバータシステムの制御方法において、

前記交流モータの駆動制御には、少なくとも停止モードおよび発電モードがあり、これらモードの過渡状態においては中性点電圧指令にフィードフォワード要素を含めることを特徴とする多相モータ駆動用インバータシステムの制御方法。

【請求項 5】 請求項 1～4 のいずれか 1 つに記載のシステムまたは方法において、

前記交流モータが車両用交流モータである多相モータ駆動用インバータシステムまたは多相モータ駆動用インバータの制御方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0 0 0 1】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、インバータにて駆動されまた発電を行う交流モータと、この交流モータの中性点に接続された電源と、を有する多相モータ駆動用インバータシステムに関する。

##### 【0 0 0 2】

#### 【従来の技術】

従来より、各種の機器の動力源として交流モータが広く利用されており、電気自動車や、ハイブリッド自動車などにおいても、通常はバッテリーからの直流電力をインバータで所望の交流電力に変換してモータに供給するシステムが採用されている。このシステムによって、出力トルクの広範囲な制御が可能となり、また回生制動による電力をバッテリーの充電に利用できるというメリットもある。

##### 【0 0 0 3】

ここで、大出力のモータの電源としては高電圧のものが効率がよく、電気自動

車やハイブリッド自動車では、そのインバータの入力側に接続する主バッテリーとして、数100Vという高電圧のものを利用している。一方、スター結線のモータコイルの中性点では、インバータ入力電圧の $1/2$ の電圧が通常得られている。そこで、この中性点にバッテリーを接続することで、システムから2種類の直流電圧を出力することができ、またモータコイルをチョッパ制御することなどによって2つのバッテリー間による電力の授受を制御することもできる。

#### 【0004】

従って、ハイブリッド自動車などでは、モータを発電機としても利用することで、得られた発電電力を2つのバッテリーの充電に利用して、2つの電源電圧を得るシステムが採用可能となる。特に、バッテリーに代えてコンデンサを用いることもできる。このようなシステムは特開平11-178114号公報などに示されている。

#### 【0005】

ここで、車両には、各種の電気機器が搭載されており、これらの補機バッテリーとして通常12V（充電時14V）程度のものが搭載されている。上述のモータ中性点の電圧は、インバータ入力側の電圧の $1/2$ 程度であり、通常の電気自動車やハイブリッド自動車では、中性点電圧といえどもかなりの高電圧となり、補機バッテリーをここに接続することは困難である。そこで、補機バッテリーの充電には、別に設けたDCDCコンバータを利用している。

#### 【0006】

一方、このようなシステムの実用的な応用例として、36V電源と12V電源を備える、いわゆる2電源システムも検討されている。この2電源システムにおいては、36V電源の充電時にはインバータ入力電圧を42V程度とし、12V電源を充電する場合には、中性点電圧を14V程度にすればよいため、モータコイルを利用して2つの電源間の電力の授受が行える。

#### 【0007】

従って、この多相モータ駆動用インバータシステムによれば、高圧側バッテリーと低圧側バッテリー間の電荷の移動をモータコイルを利用して行うことができ、DCDCコンバータが不要であるという利点を得られる。

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

ここで、上述の従来のシステムにおいては、通常位置センサにホールセンサを用いており、ロータの位置を60度毎にしか検出していない。そして、モータの始動時に、十分な始動トルクを得たい。このため、通常は始動時において、180度通電を行う。すなわち、図6に示すように、3相の矩形波の電圧指令（上図において、実線、破線、一点鎖線で示す）を用いて、矩形波のインバータのスイッチング制御信号（ゲート信号 $S_u$ 、 $S_v$ 、 $S_w$ ）を作成する。従って、モータ駆動電流は矩形波通電となる。3相のモータであれば、120度ずつずれた180度通電のゲート信号 $S_u$ 、 $S_v$ 、 $S_w$ が発生され、これによってモータが駆動される。そこで、2相共に、オンまたはオフという期間が電流周期の $1/6$ の期間発生する。さらに、各相電流について、電流値が所定値になったときにその相についてオフする最大電流規制をかけると、3相ともにオンまたはオフの期間が発生することになる。

## 【0009】

そして、このように、インバータにおいて比較的長い期間、同じスイッチング状態が続き、かつ中性点電位と低電圧系目標電圧のずれ量が大きくなると、中性点電流が大きく変動し、低電圧系の電源ラインが大きく変動してしまうという問題があった。

## 【0010】

なお、特開200-324857号公報では、低電圧電源と中性点の間にリレーを配置し、始動時にリレーによって低電圧系電源ラインを中性点から切り離すことが示されている。この構成によれば、始動時における低電圧系電源ラインの電圧変動を抑制することができるが、別途リレーを設け、これをオンオフしなければならない。

## 【0011】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、始動時における中性点電流の大きな変動を効果的に抑制することができる多相モータ駆動用インバータシステムを提供することを目的とする。

**【0012】****【課題を解決するための手段】**

本発明は、高電圧電源と、この高電圧電源が入力側に接続され、出力側に交流モータが接続されるインバータと、前記交流モータの中性点接続された低電圧電源と、を含み、インバータの駆動を制御することによって、交流モータの駆動および前記高電圧電源と低電圧電源との間における電力の移動を制御する多相モータ駆動用インバータシステムにおいて、前記インバータのスイッチングは、正弦波の電圧指令と、キャリアの比較からゲート信号を得て、このゲート信号に基づいてインバータのスイッチング素子のオンオフを制御することによって行い、前記正弦波の電圧指令をキャリア振幅から所定以内のものに限定することを特徴とする。

**【0013】**

このように、正弦波の電圧指令をキャリア振幅から所定以内のものに限定することによって、キャリア周波数と同一周波数のゲート信号が得られる。従って、長期間スイッチングパターンが同一となり、中性点電流として大きな電流が流れてしまうことを防止することができる。

**【0014】**

また、高電圧電源と、この高電圧電源が入力側に接続され、出力側に交流モータが接続されるインバータと、前記交流モータの中性点接続された低電圧電源と、を含み、インバータの駆動を制御することによって、交流モータの駆動および前記高電圧電源と低電圧電源との間における電力の移動を制御する多相モータ駆動用インバータシステムにおいて、前記交流モータの駆動制御には、少なくとも停止モードおよび発電モードがあり、これらモードの過渡状態においては中性点電圧指令にフィードフォワード要素を含めることを特徴とする。

**【0015】**

これによって、制御過渡期において、中性点電圧制御が遅れてしまうことを防止して、安定した制御を行うことができる。

**【0016】**

また、本発明は、上述のようなシステムの制御方法に関する。

## 【 0 0 1 7 】

また、前記交流モータが車両用交流モータであることが好適である。

## 【 0 0 1 8 】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について、図面に基づいて説明する。

## 【 0 0 1 9 】

図 1 は、実施形態に係る多相モータ駆動用インバータシステムの全体構成を示す図である。主電源である 3 6 V（充電時 4 2 V）バッテリー 1 0 には、インバータ 1 2 が接続されている。すなわち、インバータ 1 2 の正極母線、負極母線間にバッテリー 1 0 の出力である 3 6 V が印加される。

## 【 0 0 2 0 】

インバータ 1 2 は、例えば内部に正極母線、負極母線間に 2 つのスイッチング素子（トランジスタ）を配置したアームを 3 本並列して設け、各アームのトランジスタ間を 3 相のモータ出力端としている。

## 【 0 0 2 1 】

そして、このインバータの 3 相モータ出力端には、3 相の交流モータ 1 4 の 3 相モータコイル端が接続される。従って、インバータ 1 2 の 1 つの上側トランジスタを順次オンし、1 つの上側トランジスタがオンしている間に他のアームのトランジスタを順次オンして、交流モータ 1 4 の各相コイルに 1 2 0 ° 位相の異なったモータ電流を供給する。

## 【 0 0 2 2 】

また、交流モータ 1 4 の中性点には、リアクトル 1 6 を介し、補機バッテリー 1 8 の正極および各種の補機負荷 2 0 が接続されている。そして、リアクトル 1 6 より補機バッテリー 1 8 側の補機バッテリー 1 8 の電源ラインの電圧を検出する電圧計 2 2 が設けられており、この電圧計 2 2 の出力（バッテリー電圧：V b s）は制御回路 2 4 に供給されている。

## 【 0 0 2 3 】

そして、制御回路 2 4 は、通常は電圧計 2 2 の出力 V b s に基づいて、インバータ 1 2 をスイッチングを制御してモータ 1 4 への供給電流を制御することで、

電圧  $V_{bs}$  が所望の値（例えば、14 V）となるようにモータ 14 の発電を制御する。

#### 【0024】

すなわち、インバータ 12 における上側トランジスタのオンデューティと、下側トランジスタのオンデューティの比を変更することで、中性点電圧を制御することができる。すなわち、両者のオン期間が同一であれば、中性点電圧はインバータ入力電圧（バッテリー 10 電圧）に等しくなる。一方、下側トランジスタのオン期間「1」に対し、上側電圧のオン期間が「2」であれば、中性点電圧は、バッテリー 10 電圧の  $1/3$  の電圧になる。

#### 【0025】

例えば、バッテリー 10 電圧が 36 V（充電時 42 V）の場合に、補機バッテリー 18 電圧は 12 V（充電時 14 V）になる。そして、バッテリー 10 からの電力によって、交流モータ 14 を駆動して車両発進時などトルクアシストを行い、補機バッテリー 18 からの電力によって各種の補機負荷 20 を動作させる。

#### 【0026】

また、本実施形態では、レゾルバ 26 を設け、モータ 14 の回転角を検出している。このレゾルバは、交流モータに似た構成を有し、一次コイルの回転角に応じて二次コイルに 90 度位相の異なる正弦波を発生する高精度角度センサである。このレゾルバ 26 の出力は、制御回路 24 に供給され、モータ 14 の各相電流制御に用いられるが、特に始動時においては、このレゾルバ 26 の出力に応じて、正弦波の各相電圧指令値を作成する。そして、この各相電圧指令値をキャリアの振幅を超えない範囲あるいは大きくは超えない所定範囲に設定する。

#### 【0027】

例えば、図 2 に示すように、各相電圧指令値がキャリア振幅より若干小さい値に設定される。これによって、キャリア周波数と同一周波数のゲート信号が得られる。従って、長期間スイッチングパターンが同一となり、中性点電流として大きな電流が流れてしまうことを防止することができる。

#### 【0028】

なお、中性点電位は、各相電圧指令値の平均値であり、平均値を目標中性点電

圧に設定することで、中性点電圧を目標値に制御することができる。図2においては、便宜的に中性点電圧がインバータ入力電圧の $1/2$ にある例を示したが、 $1/3$ の場合でも基本的に異なることはなく、キャリア周波数でオンオフするゲート信号が発生できるように、各相電圧指令の振幅を調整すればよい。

#### 【0029】

図3には、制御回路24内のゲート信号作成のための回路が示されている。トルク指令 $T_{mg}^*$ 、各相電流 $I_u$ 、 $I_v$ 、 $I_w$ 、レゾルバ位置信号 $\theta$ は電圧指令演算部30に供給される。この電圧指令演算部30は、図2における互いに $120$ 度位相がずれかつ振幅が三角波のキャリアの振幅と同等の各相電圧指令 $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$ を演算算出し、これを補正回路32に供給する。

#### 【0030】

この補正回路32には、中性点電圧指令 $V_n^*$ と、バッテリー10電圧 $V_{bm}$ が供給されている。中性点電圧指令 $V_n^*$ は、補機バッテリー18の電源ライン電圧 $V_{bs}$ と、その目標電圧値 $V_{bs}^*$ の差からフィードバック(F/B)部34が算出したものである。そして、補正回路32は供給される $V_n^*$ と $V_{bm}$ とから各相電圧指令 $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$ の平均値を $V_n^*$ に合わせるとともに、 $V_{bm}$ がその目標値 $V_{bm}^*$ に一致するように出力トルク $T_{mg}^*$ を補正する。これによって、補正された各相電圧指令 $V_u'$ 、 $V_v'$ 、 $V_w'$ が補正回路32から出力され、キャリア比較回路36に供給される。

#### 【0031】

キャリア比較回路36には、キャリアである三角波が供給されており、ここで各相電圧指令 $V_u'$ 、 $V_v'$ 、 $V_w'$ とキャリアが比較され、図2に示すゲート信号 $S_u$ 、 $S_v$ 、 $S_w$ が出力される。

#### 【0032】

ここで、本実施形態では、電圧指令演算部30における演算によって、各相電圧指令の振幅が所定値以内に抑制されている。そこで、ゲート信号 $S_u$ 、 $S_v$ 、 $S_w$ がキャリア周波数でオンオフを繰り返す信号となり、これによって中性点電圧が大きく変動することを防止することができる。

#### 【0033】

図4には、他の実施形態の構成が示されている。この実施形態では、中性点電流  $I_n$  を計測する電流計28を有している。そして、制御回路24がこの中性点電流  $I_n$  を用いて、制御モードの切替時において、中性点電圧指令をフィードフォワード的に制御する。

#### 【0034】

本システムにおいて、モータ14の制御モードとしては、停止モード、始動モード、発電モードなどがあり、停止モードから始動モードへの移行、発電モードから停止モードへの移行など制御モードの切り替わりによる制御の過渡状態においては、中性点電圧を目標電圧に制御するフィードバック制御が追いつかず、過渡的に補機電源ライン目標電圧からずれ、同時に中性点電流も変動してしまう。

#### 【0035】

図5には、この実施形態における制御回路24の構成が示されている。このように、本実施形態では、この構成では、 $V_n$ 演算部38を有しており、ここでリアクトルによる電圧降下分を考慮して、補機電源ラインの目標電圧  $V_{bs*}$ 、中性点電流  $I_n$  より、 $V_n* = V_{bs*} + R_l \times I_n$  により中性点電圧指令  $V_n*$  を算出する。

#### 【0036】

そして、この  $V_n$  演算部38の出力である  $V_n*$  と、フィードバック (F/B) 部34の出力である  $V_n*$  の両方を切替部40に入力し、ここで始動時は  $V_n$  演算部38の出力を選択し、始動後はフィードバック (F/B) 部36の出力を選択し、選択された  $V_n*$  を補正回路32に供給する。

#### 【0037】

これによって、フィードバックされるのは  $I_n$  だけであり、 $V_{bs*}$  は常に正しい目標値を用いることができ、フィードフォワード要素の入ったフィードフォワード的な中性点電圧制御を行うことができる。これによって、中性点電圧が、 $V_{bs*}$  から大きく変動することを有効に防止することができ、制御過渡期において、安定した制御を行うことができる。

#### 【0038】

このような制御は、停止モードから発電モードに移る始動時だけでなく、発電モードから停止モードに移る時にも有効である。

#### 【0039】

また、この制御は、上述の各相電圧指令をキャリアの振幅に合わせて調整する制御と組み合わせて行うことが好適である。

#### 【0040】

ここで、本実施形態の交流モータ14は、車両に搭載される車両用のものであることが好適である。補機負荷20は車両に搭載される各種の補機が挙げられる。また、車載される交流モータ14としては、特開2002-155773号公報に記載されたエコランシステム用のモータジェネレータなどが好適である。

#### 【0041】

すなわち、このモータジェネレータは、(i) 車両停止中にエンジンを停止するアイドルストップ制御を行った後の発進時におけるエンジンを自動始動しながらの車両走行、(ii) 車両減速時に駆動系を介して車輪の回転が伝達されることにより行われる回生発電、(iii) 車両停止によるエンジン停止時におけるエアコン用コンプレッサやパワーステアリングようポンプなどの駆動、(iv) エンジン駆動時における発電、(v) 運転を停止したエンジンの回転制御を行いエンジン停止時の振動発生を抑制する制御、(vi) 減速時にエンジンへの燃料供給をカットし、その後燃料供給を開始した際にエンジン回転数を回復させるエンジンストール防止、などに利用される。

#### 【0042】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、正弦波の電圧指令をキャリア振幅から所定以内のものに限定することによって、キャリア周波数と同一周波数のゲート信号が得られる。従って、長期間スイッチングパターンが同一となり、中性点電流として大きな電流が流れてしまうことを防止することができる。

#### 【0043】

また、本発明によれば、モードの過渡状態においては中性点電圧指令にフィードフォワード要素を含めることで、中性点電圧制御が遅れてしまうことを防止し

て、安定した制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 実施形態に係るシステムの構成を示す図である。
- 【図 2】 同実施形態のキャリア比較の動作を示す図である。
- 【図 3】 同実施形態の制御回路の構成を示す図である。
- 【図 4】 他の実施形態に係るシステムの構成を示す図である。
- 【図 5】 同実施形態の制御回路の構成を示す図である。
- 【図 6】 従来例のキャリア比較の動作を示す図である。

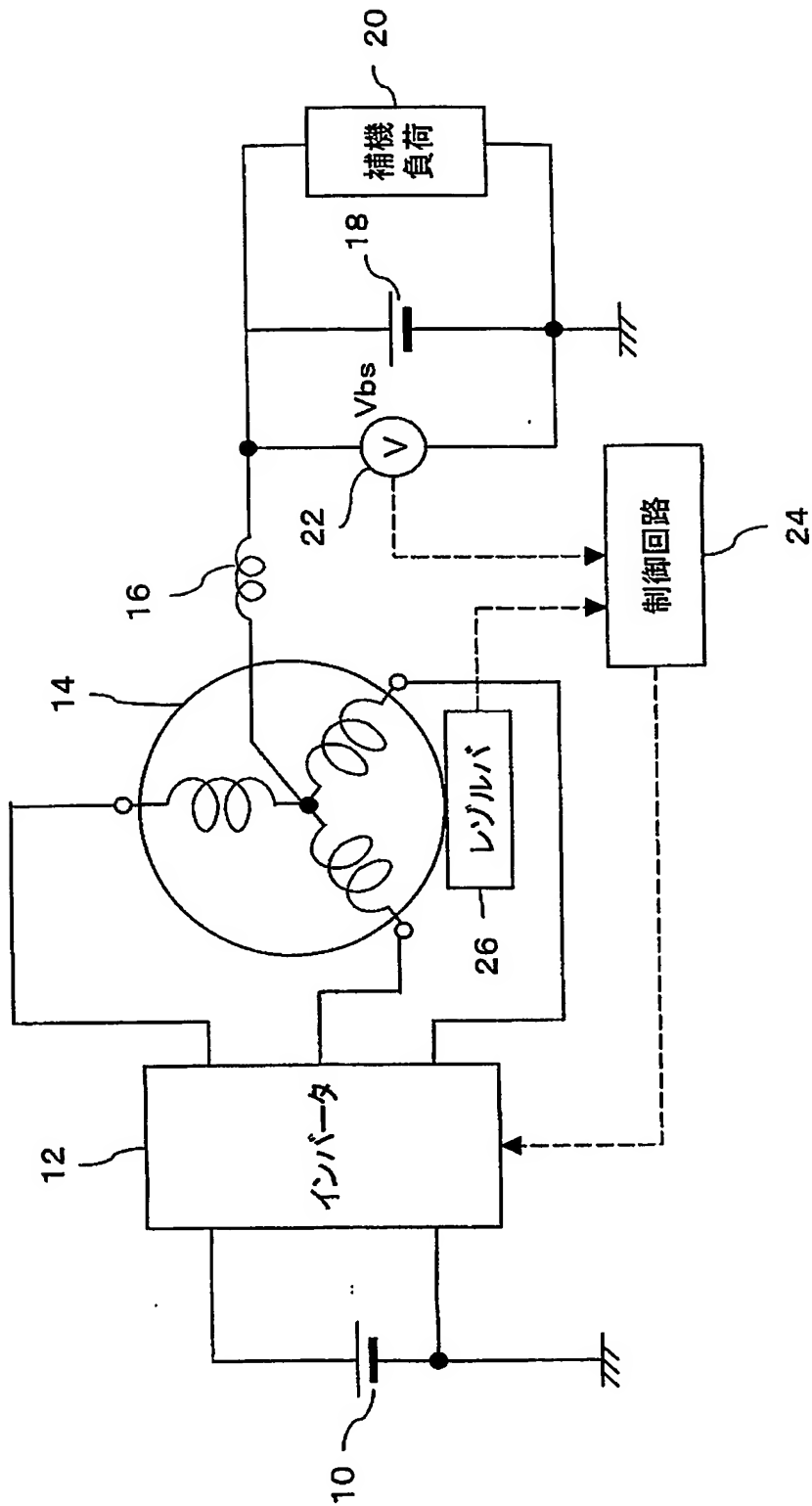
【符号の説明】

1 0 主バッテリー、1 2 インバータ、1 4 交流モータ、1 6 リアクトル  
、1 8 補機バッテリー、2 0 補機負荷、2 2 電圧計、2 4 制御回路、2 6  
レゾルバ、2 8 電流計、3 0 電圧指令演算部、3 2 補正回路、3 4 切替  
部、3 6 キャリア比較回路。

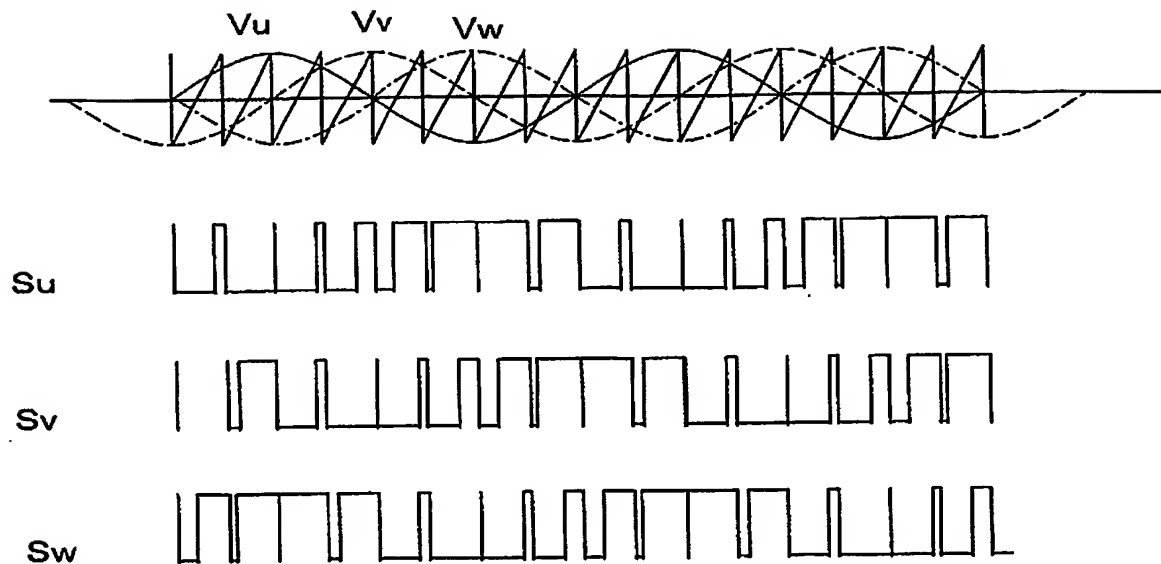
【書類名】

図面

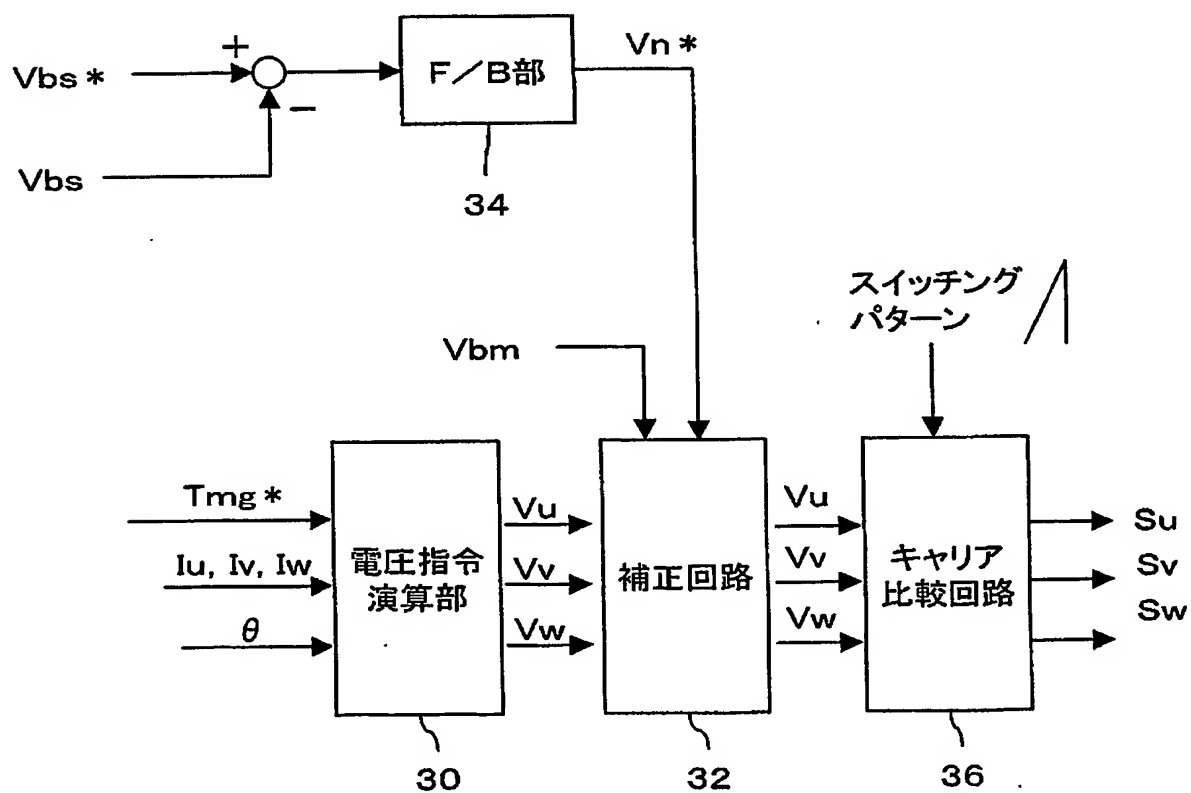
【図1】



【図 2】

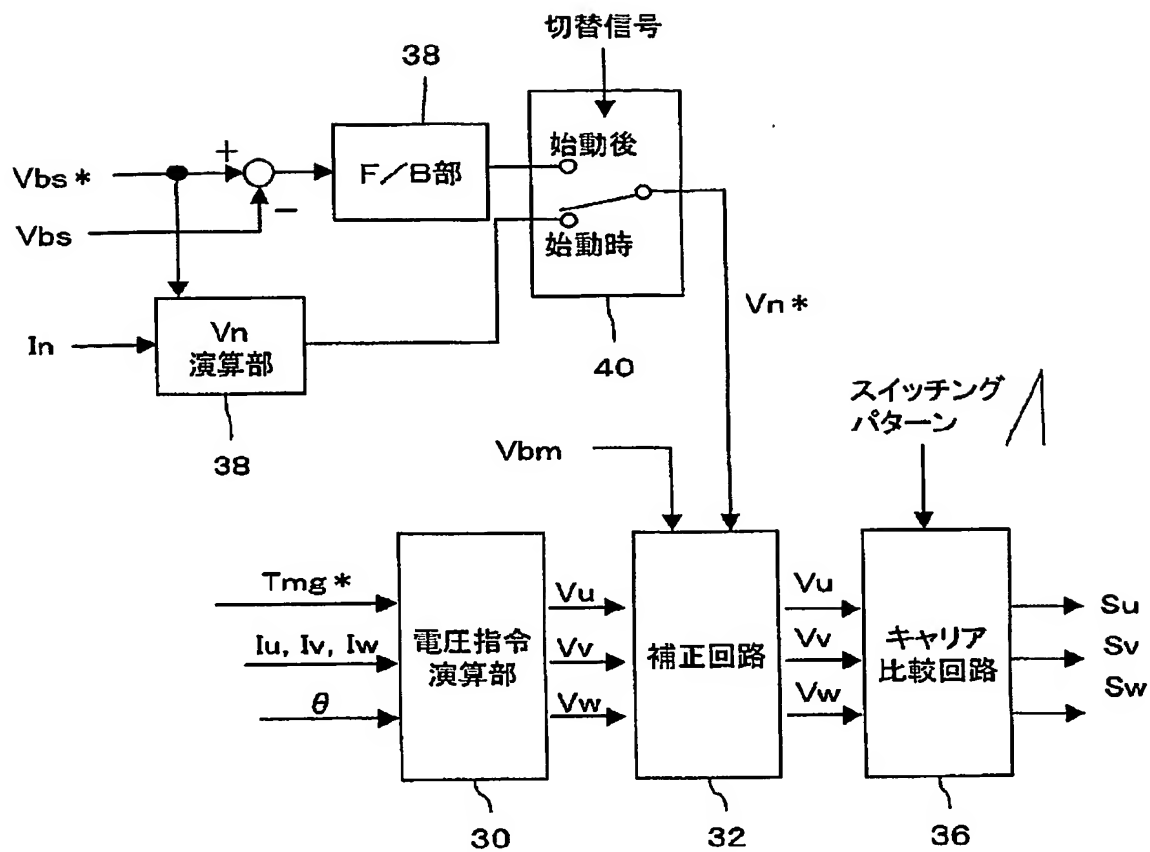


【図 3】

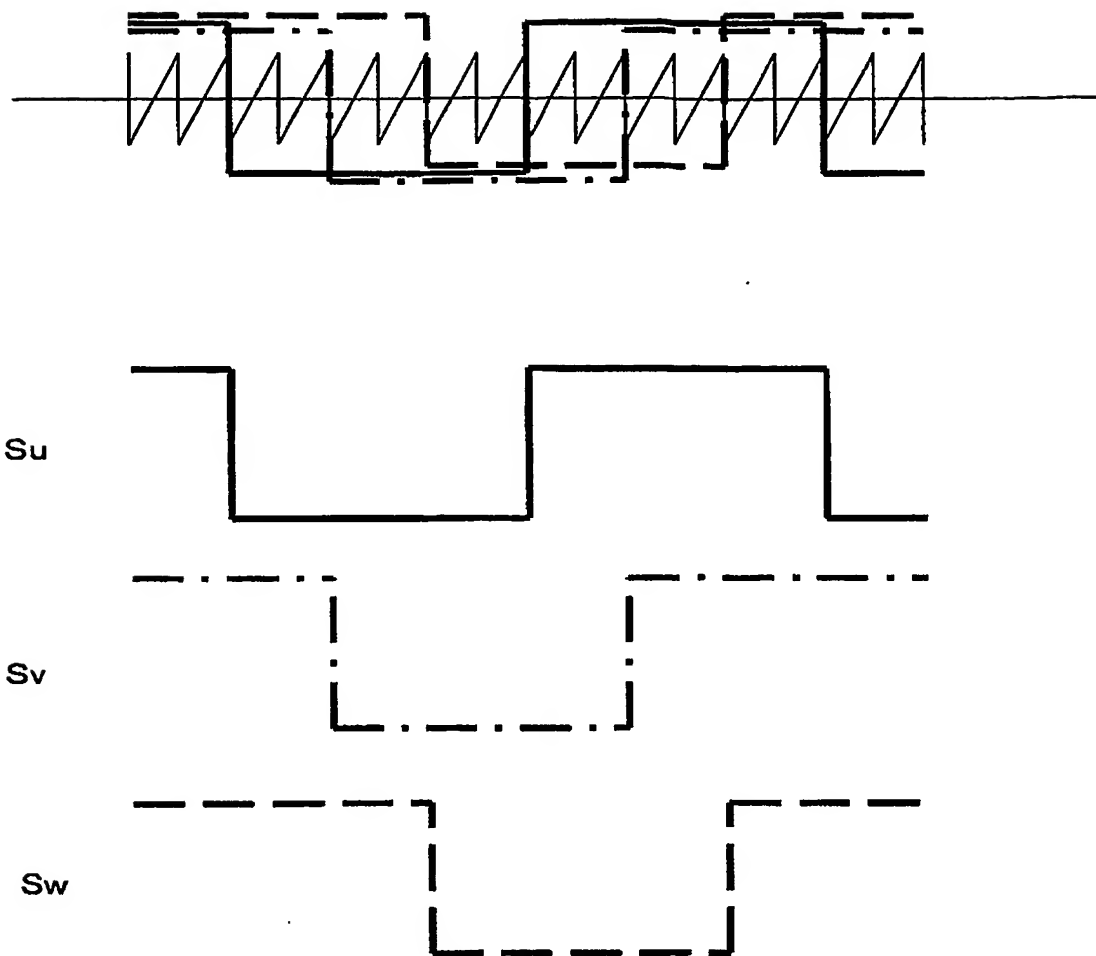




【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高出力領域におけるスイッチング効率を上昇する。

【解決手段】 モータ 14 の中性点には、補機バッテリー 18 の正極が接続されるとともに、補機負荷 20 が接続されている。そして、この補機負荷 20 への電源ラインにおける電圧を電圧計 22 で検出し、制御回路 24 に供給し、中性点電圧を制御する。ここで、モータ 14 にはレゾルバ 26 が設けられており、ロータ角度を高精度で検出する。そして、制御回路 24 はレゾルバ 26 の出力に応じて、始動時において始動時においてキャリア振幅と同等の振幅を有する各相電流の電圧制御信号を発生し、これをキャリアと比較する。そこで、インバータ 12 制御用のゲート信号として、キャリア周波数と同様周波数の信号が得られ、インバータ 12 のスイッチングにおいて、すべてオンまたはすべてオフという期間を減少して大きな中性点電流が発生することを防止できる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 0 4 1 0 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

新規登録

住 所  
氏 名

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地  
トヨタ自動車株式会社